

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
Centro Sócio Econômico
Departamento de Ciências Econômicas

LEONARDO CARVALHO PIROLA

**ANÁLISE DA ESTRUTURA A TERMO DA TAXA DE JUROS
BRASILEIRA**

Florianópolis, 2011

LEONARDO CARVALHO PIROLA

**ANÁLISE DA ESTRUTURA A TERMO DA TAXA DE JUROS
BRASILEIRA**

Monografia submetida ao Curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito obrigatório para a obtenção do Grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Dr. André A. P. Santos

Florianópolis, 2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

A Banca Examinadora resolveu atribuir a nota 9,0 ao aluno Leonardo Carvalho Pirola na disciplina CNM 5420 – Monografia, pela apresentação deste trabalho.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. André A. P. Santos

Presidente

Prof. Fernando Seabra

Membro

Prof. Mauricio Simiano Nunes

Membro

*Aos meus pais, fonte eterna de
sabedoria, amor e determinação!*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus pela dádiva da vida e pela destreza necessária para concluir este trabalho.

Aos meus pais, Dilson e Claudete, que como exemplo de determinação e persistência, sempre me nortearam ao caminho das conquistas e realizações, e que apesar de tantas dificuldades, me proporcionaram a oportunidade de estar concluindo este curso.

A minha irmã, Fernanda, que nos momentos difíceis sempre foi meu ombro amigo e minha conselheira pessoal.

Agradeço, em especial, o Prof. Dr. André Alves Portela, meu sábio orientador, que tanto me instruiu e contribuiu para a realização deste estudo.

A todos os professores do Departamento de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Santa Catarina que fizeram parte da minha formação científica.

Por fim, agradeço a todos meus amigos e colegas de universidade que, ao longo de todo o período acadêmico, contribuíram de forma incisiva na minha formação humana e acadêmica.

RESUMO

Este trabalho testa a Teoria das Expectativas para a estrutura a termo da taxa de juros do Brasil entre o período de 1999 a 2011. Os testes foram realizados utilizando regressões com o método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) utilizando-se como base de dados os *spreads* das taxas de juros dos contratos *swap* DI x PRE para quatro diferentes maturidades, 30, 60, 90 e 120 dias. Os resultados indicam que a Teoria das Expectativas é rejeitada para todas as maturidades em teste. Possíveis causas dessa rejeição são apontadas como falhas inerentes da teoria e/ou falhas de mercado existentes no caso específico brasileiro.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura a Termo das Taxas de Juros.....	07
Figura 2 – ETTJ Atual da Economia Brasileira.....	08
Figura 3 – ETTJ segundo a TE e segundo o mercado hipotético.....	12
Figura 4 - ETTJ segundo a Teoria da Preferência pela Liquidez.....	13
Figura 5 - ETTJ Segundo a Teoria dos Mercados Segmentados.....	15
Figura 6 – ETTJ Observada.....	16
Figura 7 – Modelos de Projeção da ETTJ.....	17
Figura 8 – Tendência de Retorno a Média.....	19
Figura 9 – Formatos da ETTJ segundo o modelo Vasicek.....	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Taxas de juros de um mercado hipotético.....	11
Tabela 2 – Taxas de juros de acordo com a Teoria das Expectativas.....	11
Tabela 3 - Regressão do spread da TE (S^{te}) sobre spread de mercado (S^{me}).....	32
Tabela 4 – Nova Regressão do spread da TE (S^{te}) sobre spread de mercado (S^{me}).....	34

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – <i>Spread</i> $ME_{1,2}$ e $TE_{1,2}$	28
Gráfico 2 – <i>Spread</i> $ME_{1,3}$ e $TE_{1,3}$	29
Gráfico 3 – <i>Spread</i> $ME_{1,4}$ e $TE_{1,4}$	29
Gráfico 4 – Diferença entre o <i>Spread</i> $TE_{1,2}$ e de $ME_{1,2}$	30
Gráfico 5 – Diferença entre o <i>Spread</i> $TE_{1,3}$ e de $ME_{1,3}$	30
Gráfico 6 – Diferença entre o <i>Spread</i> $TE_{1,4}$ e de $ME_{1,4}$	31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
1.1 Tema e Problema	3
1.2 Objetivos	4
1.2.1 Objetivo Geral	4
1.2.2 Objetivos Específicos	4
1.3 Justificativa	4
2. METODOLOGIA	6
3. REFERENCIAL TEÓRICO	7
3.1 Estrutura a Termo da Taxa de Juros	7
3.2 Teoria das Expectativas	9
3.3 Teoria da Preferência Pela Liquidez	12
3.4 Teoria dos Mercados Segmentados	14
3.5 Teoria do Habitat Preferido	15
4. MODELOS DE PROJEÇÃO DA ETTJ	16
4.1 ETTJ Observada, Teórica e Interpolada	16
4.2 Modelos de Equilíbrio	18
4.3 Modelos de Não Arbitragem	20
4.4 Modelos de Estimação	21
4.4 Testes Empíricos da ETTJ Segundo a Teoria das Expectativas	23
5. PROCEDIMENTO EMPÍRICO	26
5.1 Base de Dados	26
5.2 Testes Empíricos	26
5.3 Resultados	27
5.4 Análise de Robustez dos Dados	33
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS	36

1. INTRODUÇÃO

1.1 Tema e Problema

A problemática deste trabalho corresponde ao teste empírico da teoria das expectativas (TE) quando aplicada à estrutura a termo da taxa de juros (ETTJ) brasileira, sua compatibilidade com as taxas praticadas no mercado e suas implicações para o funcionamento dos diversos mecanismos econômicos de uma economia.

Talvez poucas variáveis macroeconômicas sejam tão decisivas em um momento de tomada de decisões dos diversos agentes em uma economia quanto a taxa de juros. Tecnicamente, o juro é o simples “preço da mercadoria dinheiro” (ASSAF, 2010), ou ainda “o preço do fator de produção capital” (FRALETTI, 2004). Porém, na prática, a taxa de juros se apresenta como uma variável econômica que vai muito além dessas definições. É com base nela que empresários determinam a taxa de retorno competitiva do seu capital, que poupadores definem seus níveis de abstinência do consumo presente, que governos deliberam suas políticas econômicas, etc.

Outra atuação de destaque desta variável é observada no mercado financeiro. Neste, um maior entendimento sobre o comportamento das taxas de juros facilita a tomada de decisões na compra e venda de títulos de renda fixa, na elaboração e manutenção de portfólios de investimentos, logo na tomada de decisões de alocações de recursos em todo o mercado financeiro. Pode-se afirmar, portanto, que a taxa de juros influencia de forma incisiva a condução e o desempenho de qualquer economia capitalista, sendo utilizada, até mesmo, como previsor do nível de atividade econômica de um país (SIMS, 1972).

Dada sua importância, grande parte dos bancos centrais, principalmente dos países industrializados e em desenvolvimento, tem implantado políticas de intervenção no mercado monetário a fim de seguir uma meta com relação à taxa de juros de curto prazo. Porém, para que políticas e decisões como essas possam se mostrar eficientes, é de vital importância o bom entendimento dos fatores que compõe as taxas de juros, dentre os quais pode-se destacar: a relação oferta e demanda de recursos, a dimensão de cobertura dos riscos envolvidos e o comportamento dessas taxas ao longo do tempo (relação curto prazo/ longo prazo).

É especificamente a este último fator que este trabalho se dedica: o entendimento da relação entre as taxas de juros de curto prazo com as de longo prazo, também conhecida como

estrutura a termo da taxa de juros (ETTJ). Sob a ótica da teoria das expectativas (TE), o presente estudo buscará testar a ETTJ brasileira buscando identificar a compatibilidade ou não dessa teoria secular para os dados brasileiros.

Para tanto, utilizar-se-á como base teórica a teoria das expectativas, uma das mais aceitas no meio acadêmico, a qual propõe que “a taxa de juros de longo prazo se constitua numa média geométrica das taxas de curto prazo correntes e previstas para todo o horizonte de maturação de um ativo de longo prazo” (ASSAF, 2010, p.112).

1. 2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é testar a validade da Teoria das Expectativas quando aplicada à estrutura a termo das taxas de juros brasileira.

1.2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Apresentar as principais teorias que explicam a ETTJ.
- ✓ Explicar os principais métodos utilizados na construção da curva da ETTJ em uma economia;
- ✓ Realizar testes empíricos para avaliar a validade da TE na explicação da ETTJ brasileira.

1.3 Justificativa

A taxa de juros em qualquer economia capitalista pode ser considerada uma das variáveis mais decisivas, tanto no mercado financeiro quanto para a economia real. Estar apto

a compreender como se relacionam estas inúmeras taxas de juros ao longo do tempo, mostra-se de vital importância para qualquer agente econômico interessado no bom funcionamento do mercado, em especial, para o economista.

Nesse sentido, a TE nos traz uma relação muito completa entre as taxas de juros de curto e de longo prazo. Como afirmam Marçal e Pereira (2007) essa teoria consiste num modelo relativamente simples que permite gerar proposições sobre a estrutura a termo, mostrando-se ser uma ferramenta de previsão do comportamento das taxas de juros futuras bastante considerável. Segundo Sanches (2006) para essa teoria, a taxa de juros de longo prazo de um título é formada pelas expectativas das taxas de juros de curto prazo futuras. Sendo a estrutura a termo das taxas de juros a representação gráfica dessas expectativas de taxas de juros de curto prazo, tanto o formato quanto a inclinação dessa curva passam a fornecer informações de suma importância para essa economia. Por exemplo, se a inclinação dessa curva for positiva, significa que os agentes esperam que as taxas de juros futuras de curto prazo sejam mais altas, o que geraria certo receio para os agentes na realização de investimentos de longa maturação ou na aquisição de financiamentos muito extensos no período atual.

Além disso, como no Brasil, e na maioria dos países industrializados, o Banco Central utiliza como instrumento de política monetária a taxa de juros de curto prazo, a plena compreensão da dinâmica dessa teoria se faz necessária para se entender de forma completa o mecanismo de transmissão da política monetária, bem como o futuro desempenho da economia em análise.

2. METODOLOGIA

Este estudo é de caráter descritivo, pois se propõe a “recolher, analisar e interpretar as contribuições teóricas já existentes sobre determinado fato, assunto ou idéia” (Lakatos e Marconi, 1996), sendo o fato neste caso em específico, a relação temporal entre as taxas de juros de curto e de longo prazo. Quanto ao método de abordagem, o presente trabalho se baseia em métodos quantitativos, a fim de comprovar a compatibilidade, ou não, da teoria em análise. Nos métodos de procedimento, a pesquisa utiliza o monográfico, sendo que todos os dados serão coletados por meio de pesquisa bibliográfica em livros, revistas especializadas, artigos relacionados ao tema e no próprio sítio na internet do Banco Central do Brasil.

Em um primeiro momento, o presente estudo apresentará as principais teorias que abordam a relação entre as taxas de juros de curto prazo e as de longo prazo, isto é, a ETTJ. Em um segundo momento, buscar-se-á indicar os principais modelos que projetam a ETTJ de uma economia. Em seguida, construir-se-á um modelo que teste a TE para o caso brasileiro, verificando sua compatibilidade ou não.

O trabalho está estruturado em 6 capítulos. O primeiro traz uma breve introdução ao tema, destacando sua importância e aplicação no meio econômico. Este segundo capítulo destina-se a metodologia de pesquisa, quais as fontes de pesquisa, forma de análise e estruturação do presente estudo. No terceiro capítulo busca-se a explanação das principais teorias que abordam o tema. O quarto capítulo dedica-se a análise dos diversos modelos existentes para modelar a curva teórica e prática da ETTJ, bem como as formas de testes da teoria das expectativas. O quinto capítulo apresenta as formulações empíricas. Por fim, o sexto e último capítulo traz as conclusões e observações extraídas deste trabalho.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

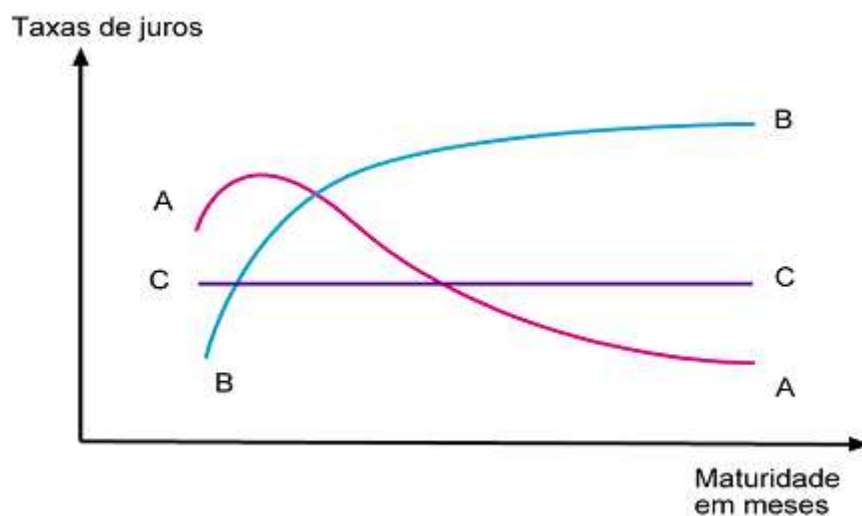
3.1 Estrutura a Termo da Taxa de Juros

A Estrutura a Termo das Taxas de Juros (ETTJ) pode ser conceituada como uma função que relaciona uma taxa de juros à vista com uma respectiva maturidade futura, resultando nas taxas a termo. De acordo com Lion (2002, p. 9), a ETTJ pode ser interpretada como “a relação, em determinados instantes, entre o prazo para o vencimento e a taxa de retorno de títulos de renda fixa, oriundos de uma mesma classe de risco. Ela é também conhecida como *yield curve* ou curva de juros”.

A representação da ETTJ é feita por um conjunto de pontos cujos eixos são a taxa de juros à vista versus prazo. Cada ponto corresponde a uma taxa de juros i associada a um prazo t , obtida com base em algum título negociado no mercado.

Pode-se observar que as ETTJ apresentam variações tanto na sua magnitude, quanto nas suas formas ao longo do tempo. A seguir apresenta-se as três formas mais usuais desta curva:

Figura 1 – Estrutura a Termo das Taxas de Juros

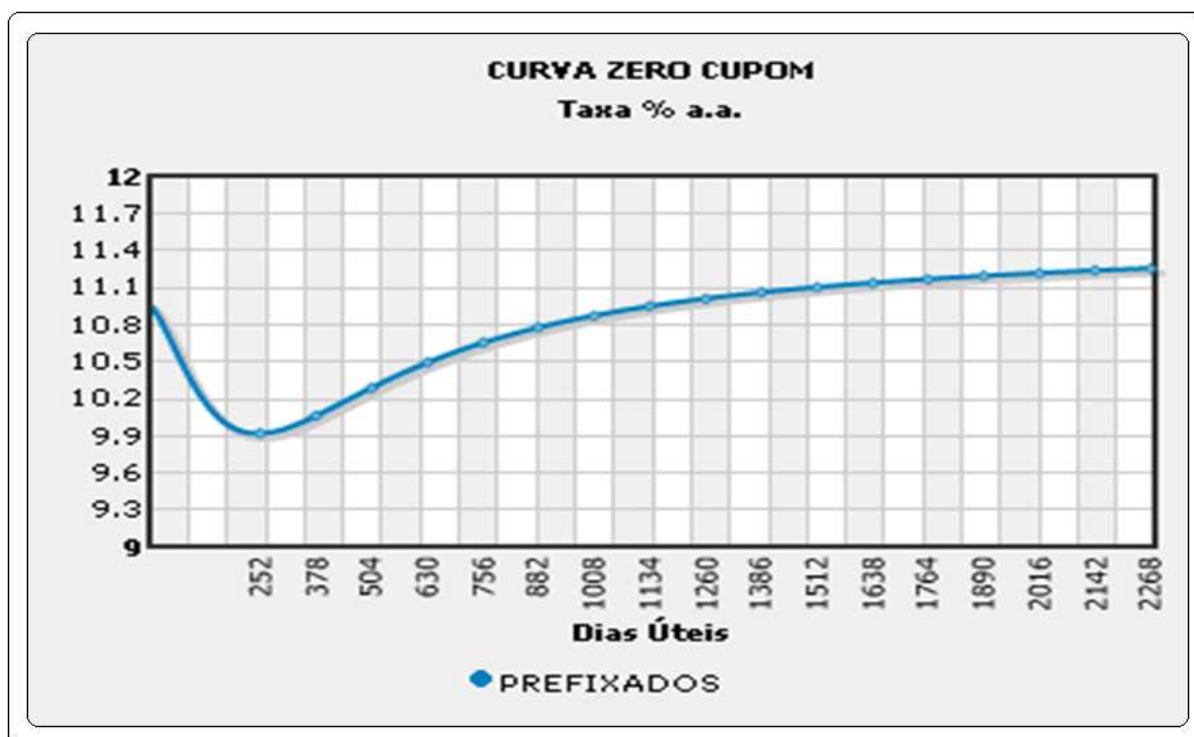


Fonte: ROCHA (2009, p. 8)

Segundo Rocha (2009), as ETTJ ascendentes (B) são as mais encontradas, e revelam um aumento gradativo das taxas de juros à medida que a maturidade também aumenta. É conhecida como ETTJ “normal” nos livros-texto ou ainda curva de rentabilidade positiva. Em contraposição, a curva descendente (A) representa uma redução futura das taxas de juros, revelando que as taxas de curto prazo se apresentam maiores do que as de longo prazo. Essa curva é chamada de ETTJ invertida ou curva de rentabilidade negativa. Por fim, a curva teórica com rendimentos iguais para qualquer prazo (C), ou com pouquíssima diferença entre as taxas de curto e longo prazo, é denominada de ETTJ uniforme ou curva de rentabilidade fixa. Esta última é pouco observada na prática, mas tem grande valia no desenvolvimento das teorias financeiras.

Em geral, a curva ascendente é a mais presenciada pelo fato de os investidores que desejam investir montantes por períodos mais longos são, geralmente, compensados com rendimentos mais altos em virtude do maior risco atrelado aos prazos dilatados. A seguir segue a ETTJ presente da economia brasileira, com referência do dia 12/12/2011:

Figura 2 – ETTJ Atual da Economia Brasileira



Fonte: ANDIMA

Ao observar-se a ETTJ presente da economia brasileira, percebe-se que o seu formato pode ser enquadrado como uma curva ascendente, curva B na figura 1 da página anterior,

porém, com um pequeno período descendente no curto prazo. Em outras palavras, há uma forte expectativa dos agentes na redução das taxas de juros no curto prazo, até meados de 252 dias (um ano útil), quando as taxas voltam a apresentar uma tendência ascendente.

A fim de explicar as razões pelas quais as curvas de juros observadas apresentam certa forma num determinado momento, diversas teorias de estruturas a termo foram formuladas e introduzidas a literatura econômica. Como afirma Rocha (2009), embora haja controvérsia quanto aos efeitos de restrições institucionais e preferência por liquidez, é certo que expectativas quanto às taxas de curto prazo no futuro desempenham papel preponderante na determinação do nível de taxas de longo prazo.

De acordo com Assaf (2010), existem três principais teorias que procuram explicar essas relações entre as taxas de juros de curto prazo e as de longo prazo: (i) Teoria das Expectativas, (ii) Teoria da Preferência pela Liquidez; (iii) e a teoria de Segmentação do Mercado. Além destas, existe ainda uma quarta teoria de relevância acadêmica denominada de Teoria do Habitat Preferido. Todas essas abordagens teóricas procuram tratar o comportamento ou a relação da taxa de juros de curto prazo e a taxa de juros futura ou de longo prazo.

3.2 Teoria das Expectativas

Talvez a teoria mais popular no mundo econômico, a Teoria das Expectativas (TE), também conhecida como a Teoria das expectativas puras, foi postulada por Irving Fisher em 1896, e propõe que a taxa de juros de longo prazo se constitua numa média geométrica das taxas de curto prazo correntes e previstas para todo o horizonte de maturação de um ativo de longo prazo. Como bem ressaltam Triches e Caldart (2005), na teoria das expectativas, “a taxa de juros de longo prazo corresponde à média da taxa de juros de curto prazo correntes e das taxas de juros de curto prazo futuras esperadas no horizonte de n períodos” (Triches e Caldart, 2005, p.3).

Segundo Assaf (2010), nessa teoria, as taxas esperadas de curto prazo representam uma projeção não viesada das taxas futuras de juros, e os investidores estarão dispostos a tomar suas decisões em relação à maturidade de seus ativos com base nos diferenciais dos rendimentos. Sendo assim, para essa teoria não existem fatores sistemáticos que afetam as

taxas de juros de longo prazo e, portanto, a taxa de juro futura representa apenas a taxa de juros esperada.

Em outras palavras, se um título de longo prazo oferece ganhos acima das expectativas, ele passará a substituir outros ativos (de curto prazo, por exemplo) na composição do portfólio de um investidor. Isso porque para essa teoria os investidores são indiferentes quanto à maturidade do título, e selecionam a melhor opção a partir da taxa de retorno mais elevada encontrada no mercado.

Segundo Rocha (2009), essa indiferença deriva de dois pressupostos básicos da TE, segundo os quais os investidores são neutros face ao risco e tomam as suas decisões de investimento unicamente com base em rendimentos esperados, utilizando a totalidade da informação disponível para prever as taxas de juro de curto prazo.

De forma genérica, considerando I o rendimento nominal de um título de longo prazo e i o rendimento nominal de um título de curto prazo, pode-se determinar a hipótese de expectativas como:

$$(1 + I) = \left[\prod_{i=0}^{n-1} (1 + i) \right]^{\frac{1}{n}} \quad (1)$$

Reordenado,

$$(1 + I)^n = \prod_{i=0}^{n-1} (1 + i) \quad (2)$$

Essa relação demonstra que o rendimento de um título de n períodos é igual ao rendimento obtido de uma sequência de um título de um período, ou seja, manter um título de dois anos até sua maturidade, por exemplo, é equivalente a possuir um título com vencimento de um ano (t) e reinvestir o montante obtido em outro título também com vencimento de um ano, porém, no ano seguinte ($t+1$).

Observa-se que essa igualdade só é possível quando assumida a validade dos dois pressupostos básicos da TE, de eficiência do mercado e de neutralidade face ao risco, pois assim, desequilíbrios que surjam são eliminados pelo aproveitamento das oportunidades de arbitragem, existindo então uma igualdade nos rendimentos esperados das duas estratégias.

A título de ilustração, suponha-se que os títulos com maturidade de 5 anos ($n=5$) estão sendo negociados em um mercado financeiro hipotético segundo a tabela abaixo, e que os juros são pagos por ocasião do resgate dos papéis:

Tabela 1 – Taxas de juros de um mercado hipotético

Prazo	Taxa de Juros
1 ano	10% a.a.
2 anos	10,8% a.a.
3 anos	11,4% a.a.
4 anos	12,3% a.a.
5 anos	12,9% a.a.

Fonte: Elaboração do autor

De acordo com a equação (1) a estrutura temporal das taxas de juros para os próximos anos é obtida:

$$\begin{aligned}
 1^{\circ} \text{ ano:} & \quad 10\% \\
 2^{\circ} \text{ ano:} & \quad [(1,108) \cdot (1,108) = [(1,10) \cdot (1+i)] \\
 & \quad 1,228 = [(1,10) \cdot (1+i)] \\
 & \quad i = (1,228 / 1,10) - 1 \\
 & \quad i = 11,64\% \text{ a.a.}
 \end{aligned}$$

Prosseguindo com os cálculos até o quinto ano, obtêm-se os resultados da tabela abaixo:

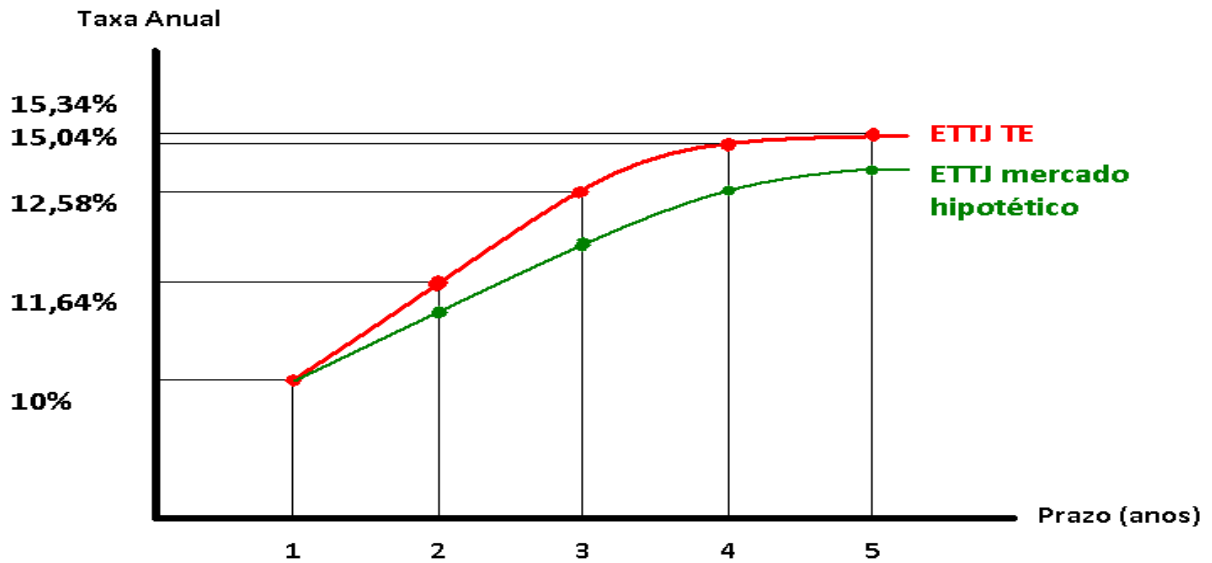
Tabela 2 – Taxas de juros de acordo com a Teoria das Expectativas

Prazo	Taxa de Juros
1º ano	10% a.a.
2º ano	11,64% a.a.
3º ano	12,58% a.a.
4º ano	15,04% a.a.
5º ano	15,34% a.a.

Fonte: Elaboração do autor.

Com isso, pode-se descrever a estrutura à termo das taxas de juros segundo a TE de acordo com o gráfico a seguir:

Figura 3 – ETTJ segundo a TE e segundo o mercado hipotético



Fonte: Elaboração do autor

3.3 Teoria da Preferência Pela Liquidez

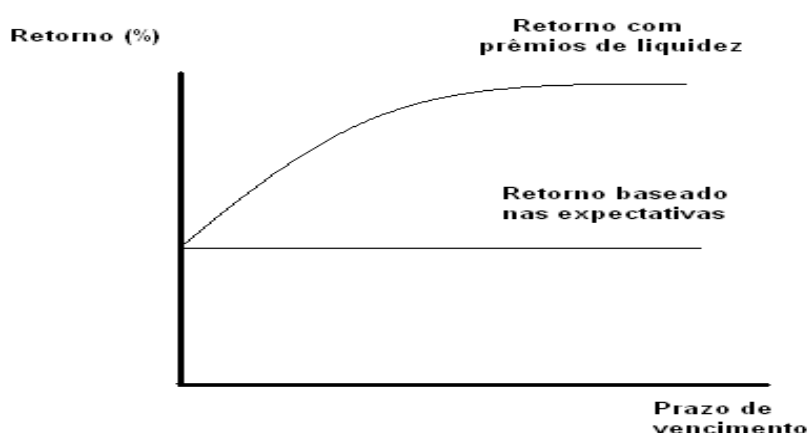
John Maynard Keynes, em sua obra *A Teoria Geral do Emprego, do Juro e da Moeda* (1936), propôs uma nova abordagem teórica para a economia monetária, a qual propunha uma preferência natural à liquidez (moeda) por parte dos agentes, principalmente em tempos de incerteza: “a incerteza cria demanda por segurança” (Carvalho, 1989). Segundo Keynes, essa demanda por moeda era explicada por três principais fatores:

- ✓ Transação: necessidade que os agentes possuem de dispor de moeda para efetuar suas transações;
- ✓ Precaução: relaciona-se ao grau de ignorância sobre o futuro, a moeda como ativo que permite aos agentes econômicos refazerem suas estratégias e fazer frente a eventuais compromissos não previstos;
- ✓ Especulação: está relacionado à incerteza quanto ao comportamento futuro da taxa de juros.

Tomando como base a abordagem teórica Keynesiana, John Hicks propõe em 1946 a Teoria da Preferência pela Liquidez. Esta admite que os rendimentos de ativos de longo prazo sejam superiores aos de curto prazo, não sendo observada a equalização dos retornos defendida pela teoria da liquidez. Isto porque os investidores estão freqüentemente

interessados em instrumentos de maturidade mais curta, enquanto os tomadores de recursos buscam prolongar ao máximo os prazos de seus vencimentos devido a lentidão na maturação de seus projetos. Esse fato cria uma remuneração adicional, exigida pelos agentes econômicos sobre um título de maior maturação, conhecida como prêmio pela liquidez.

Figura 4 - ETTJ segundo a Teoria da Preferência pela Liquidez:



Fonte: Assaf (2010, p.114)

Em outras palavras, essa teoria propõe que as taxas futuras de juros podem ser decompostas em duas grandes partes: taxas futuras esperadas de curto prazo e um prêmio de liquidez. Isso porque, em um primeiro momento os investidores são sempre atraídos pelos investimentos que lhes oferecem maior liquidez. Para equilibrar esse conflito, se faz necessário o pagamento do chamado prêmio pela liquidez, o que torna os títulos de menor liquidez também atrativos.

O pressuposto básico dessa teoria é que ativos com diferentes prazos de vencimento não se constituem em substitutos perfeitos uns dos outros, como admite a teoria das expectativas, mas sim que aqueles com menores prazos de vencimento possuem preferência em relação aqueles com maior prazo de maturação.

Segundo a Teoria da Preferência pela Liquidez, a ETTJ pode assumir perfil descendente, mas para tanto a expectativa de queda nas taxas futuras deve exceder o respectivo prêmio.

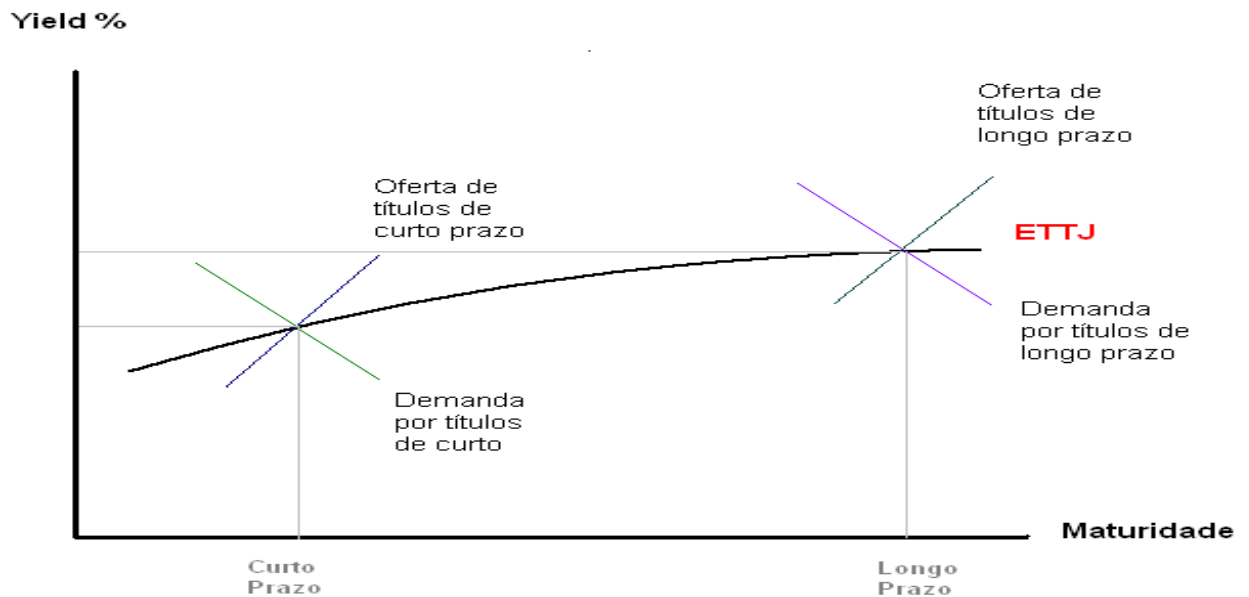
3.4 Teoria dos Mercados Segmentados

A teoria da segmentação do mercado propõe que devido a restrições legais e comportamentais, os agentes econômicos demonstram preferências bem definidas com relação aos prazos de vencimento de seus ativos, sendo as taxas de juros arbitradas livremente pelos mecanismos de oferta e demanda presentes em cada segmento de mercado. Portanto, o que se teria era diversos mercados segmentados em função da maturidade dos ativos, sendo as taxas de juros definidas para cada segmento, independentemente do comportamento dos outros mercados.

Para essa teoria, os agentes econômicos atuantes no mercado procuram manter seus portfólios dentro de uma estrutura de equilíbrio financeiro, a fim de aproximar a maturidade de seus ativos com a maturidade de seus passivos. Assim, considera que dificilmente um agente trocará um segmento por outro na expectativa de obter um retorno mais favorável.

Este baixo grau de substituição entre ativos de diferentes prazos provoca desequilíbrios pontuais entre as taxas. Neste caso, as expectativas são irrelevantes, as taxas de curto e longo prazo não possuem qualquer relação entre elas e o formato da ETTJ é determinado exclusivamente pela oferta e demanda dos ativos dentro de cada setor. Bancos comerciais, por exemplo, prefeririam supostamente títulos de curto prazo, visto a natureza de seu passivo e a ênfase na liquidez. Por outro lado, companhias de seguro, com passivos de longo prazo, optariam por maturidades mais longas, enquanto os tomadores de recursos procurariam adequar os vencimentos de seus passivos à geração de caixa de suas operações.

Figura 5 - ETTJ Segundo a Teoria dos Mercados Segmentados.



Fonte: Junior (2005) com elaboração do autor

3.5 Teoria do Habitat Preferido

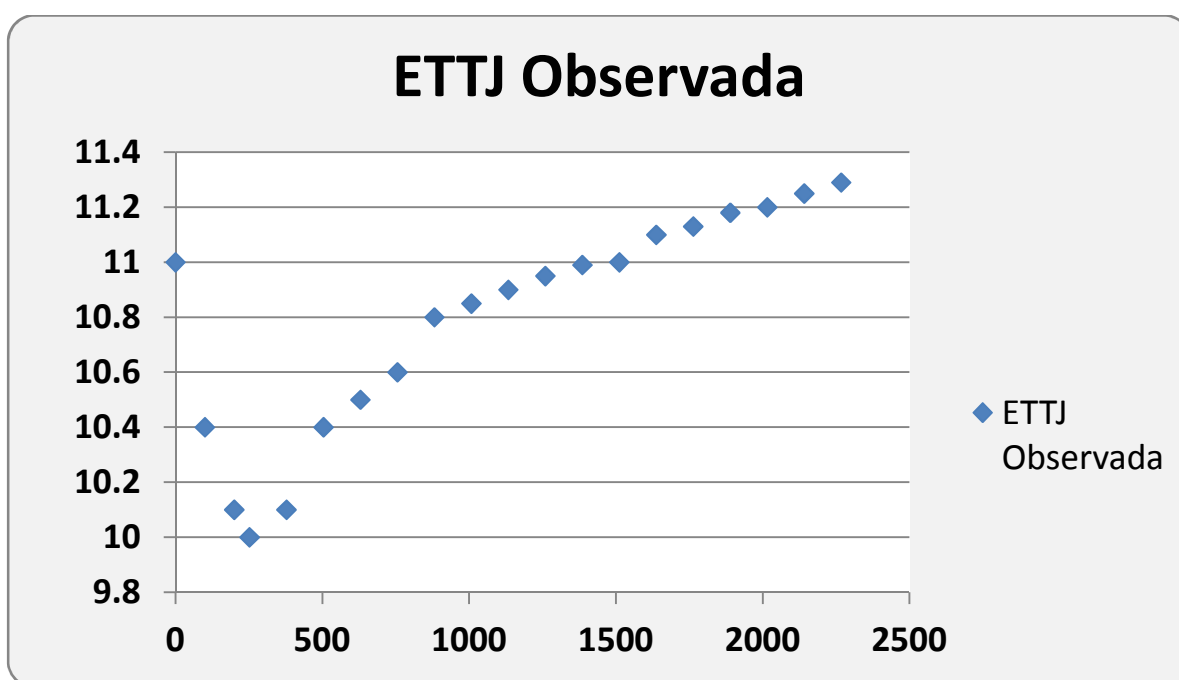
Proposta por Modigliani e Sutch (1966), a teoria do “Habitat Preferido” defende que aplicadores e tomadores de recursos manifestam preferência por operar em determinado segmento de maturidade do mercado, o que os autores chamaram de habitat. Na medida em que a oferta e a demanda por fundos em determinada maturidade não encontram equilíbrio, alguns agentes são induzidos, mediante compensação, a mudar para maturidades com desequilíbrios opostos. Assim como na teoria da preferência pela liquidez, a ETTJ reflete a expectativa de taxas *spot* futuras e prêmio de risco, mas ao contrário daquela o prêmio é função da necessidade de deslocar agentes de seu habitat preferido e pode ser positivo ou negativo.

4. MODELOS DE PROJEÇÃO DA ETTJ

4.1 ETTJ Observada, Teórica e Interpolada

Nos mercados de títulos de risco zero (ou quase zero), os títulos são negociados com uma ampla diversidade de maturidades. Ainda assim, não existem títulos para todas as maturidades possíveis, e mesmo se houvesse, estes não seriam negociados todos os dias. Logo, como bem define Prado (2004), a ETTJ observada para uma economia é o conjunto de pares ordenados (taxa de juros, maturidade) dos títulos ou derivativos (que tenham como ativo subjacente as taxas de juros) de risco zero emitidos pelo governo. Com isto, podemos observar que a ETTJ observada apresenta-se incompleta, já que para diversas maturidades não temos suas respectivas taxas de juros.

Figura 6 – ETTJ Observada

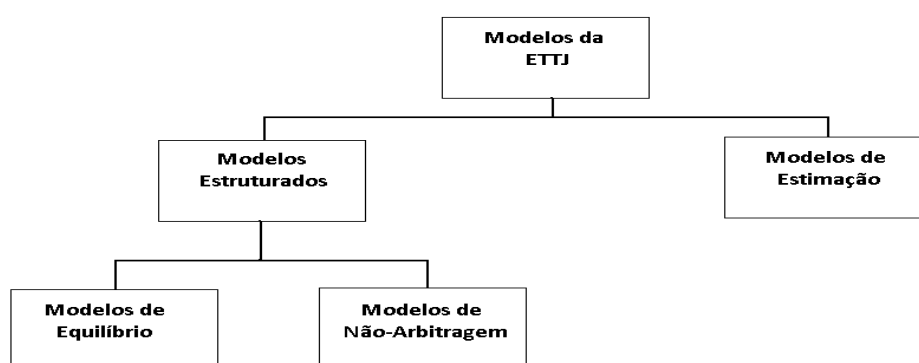


Fonte: ANDIMA

Todavia, para os diversos agentes de uma economia é de fundamental importância dispor de uma ETTJ completa ou, ao menos, uma boa aproximação dessa, para suas operações diárias. Com o objetivo de fornecer ao mercado esta ETTJ completa é que são criados os modelos de projeção da estrutura a termo das taxas de juros.

De acordo com Varga (2009), para se obter a ETTJ completa são utilizados dois principais tipos de modelos: (i) modelos estruturados, que tratam a evolução de variáveis fundamentais à explicação das taxas de juros (ETTJ teórica); e (ii) modelos de interpolação comuns em análise numérica, também chamados de modelos estatísticos que buscam ajustar o conjunto das taxas disponíveis por alguma função (ETTJ Interpolada).

Figura 7 – Modelos de Projeção da ETTJ



Fonte: Elaboração do autor

Os modelos estruturados se baseiam em hipóteses de equilíbrio ou de não arbitragem para variáveis macroeconômicas a fim de gerar uma equação funcional que explica a dinâmica da ETTJ ao longo do tempo como função desses fatores da economia. Estes modelos fornecem, para qualquer instante do tempo t , as taxas de juros associadas a qualquer vencimento desejado.

Em geral, a curva obtida por meio de modelos estruturados difere das ETTJ observadas no mercado, visto que estes modelos tomam como verdade pressupostos nem sempre observados na economia real. Sendo assim, as curvas a termo extraídas de modelos estruturados são denominadas de ETTJ teóricas. Como bem reitera Prado (2004, p.31):

Um modelo teórico calibrado ou estimado não tem porque se ajustar perfeitamente à ETTJ observada da economia, afinal, o modelo impõe uma série de restrições tanto em relação à dinâmica dos fatores/ estados (que formam a taxa de curto prazo) como em relação às correlações entre as várias taxas de mais longo prazo que formam a ETTJ a cada período do tempo. A ETTJ obtida através de um modelo é chamada ETTJ teórica.

Os modelos estruturados, segundo Cabral (2004), de um modo geral, podem ser divididos em: (i) modelos de equilíbrio; e (ii) modelos de não-arbitragem. Ao mesmo tempo em que ambos apresentam duas componentes (uma componente determinística, conhecida

como tendência, e outra componente aleatória, que gera a volatilidade), possuem na ETTJ corrente a principal diferença entre eles. No primeiro caso, a ETTJ inicial (corrente) é um resultado, enquanto no segundo é tomada como um dado (insumo).

4.2 Modelos de Equilíbrio

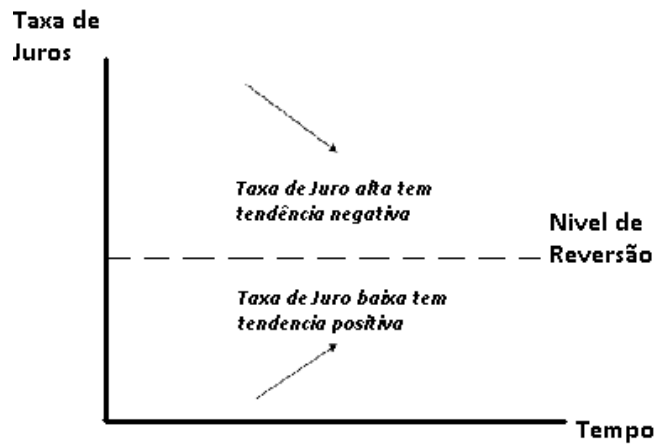
Os modelos de equilíbrio são obtidos através da imposição de condições de equilíbrio entre os rendimentos das diversas maturidades na curva de juros. Geralmente partem de pressupostos acerca das variáveis econômicas e derivam um processo para a taxa de juros de curto prazo. Em seguida, exploram a implicação do processo para preços dos títulos e, por consequência, as curvas de rendimento. Dentro dessa classe de modelos, encontram-se subclasses com um ou mais fatores.

Os modelos uni fatoriais são aqueles que trazem apenas uma fonte de incerteza, a taxa de juros de curto prazo. Os modelos mais famosos dessa subclasse são: modelo de Rendleman e Bartter (1980), modelo de Vasicek (1977) e modelo de Cox, Ingleton e Ross - CIR (1985).

O modelo de Rendleman e Bartter é muito usado para preços de ações. Todavia, não capta uma singularidade do comportamento das taxas de juros identificadas por Lion (2002) como uma tendência de retorno a média. Segundo ele “as taxas de juro parecem retroceder para certo nível médio de longo prazo no decorrer do tempo” (LION, 2002, p.14).

Essa tendência de retorno pode ser explicada por fundamentos econômicos básicos de oferta e demanda. Quando as taxas de juro estão elevadas, o financiamento para investimentos e consumo se torna mais caro, e a economia tende a desacelerar. Com a economia em desaceleração, a demanda por recursos por parte dos tomadores de empréstimos cai, e as taxas de juro seguem a mesma tendência. Quando essas mesmas taxas se mostram baixas, a demanda por empréstimos volta a crescer, elevando uma vez mais as taxas de juro.

Figura 8 – Tendência de Retorno a Média

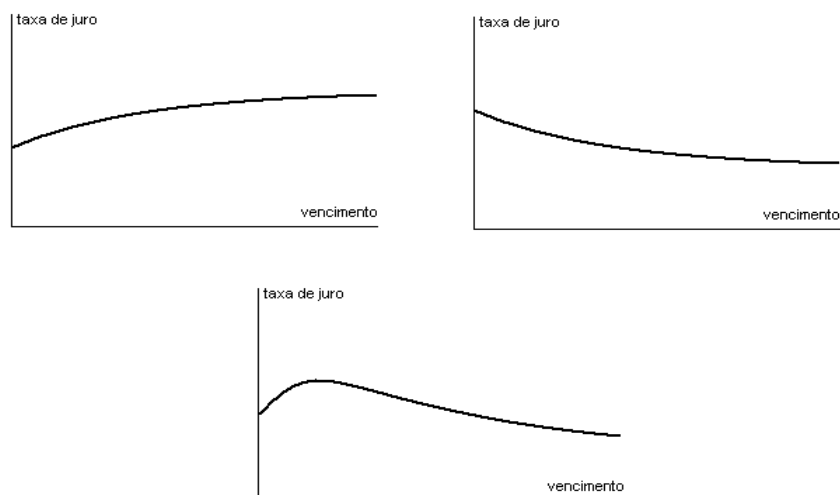


Fonte: (LION, 2002, p.14)

Sendo assim, modelos mais eficientes de taxas de juro necessariamente devem exhibir este fato estilizado do comportamento destas taxas, a chamada propriedade de reversão a média. É o caso dos modelos de Vasicek (1977) e CIR, que partem do princípio de equilíbrio de mercado em que as relações de arbitragem para as ações e títulos não restringem a tendência de reversão à média.

No modelo Vasicek, a taxa de juros *spot* orbita em torno de uma variável constante, considerada a taxa de longo prazo. Segundo Lion (2002) as principais características desse modelo são: (i) ele incorpora a tendência de retorno a média; (ii) o formato da estrutura pode ser ascendente, descendente ou com leve “protuberância”:

Figura 9 – Formatos da ETTJ segundo o modelo Vasicek



Fonte: (LION, 2002, p.14)

Por outro lado, um dos problemas deste modelo é que as taxas de juros nominais podem se tornar negativas. Além disso, a volatilidade da taxa de juros é considerada constante, o que dificilmente é observado nos dados reais.

Com o objetivo de superar o problema das taxas de juros nominais negativas, Cox, Ingersoll e Ross (1985) criaram um modelo conhecido como CIR, que assim como o modelo Vasicek também apresenta reversão a média, porém as taxas são sempre não-negativas.

Do ponto de vista da praticidade e da simplicidade, tanto o modelo de Vasicek como o CIR se mostram bastante atraentes, visto que derivam uma fórmula analítica para a curva de juros. Além disso pode-se destacar outras vantagens encontradas em ambos os modelos:

- ✓ são capazes de gerar diversos formatos para a curva de rendimentos;
- ✓ estipulam distribuições normais para as taxas de juros de curto prazo no futuro;
- ✓ Os dois modelos exibem conjuntamente a característica de a curva de rendimentos $R(t,T)$ depender linearmente da taxa corrente de curto prazo r_t .

A grande diferença, porém, entre esses dois modelos é o fato de o Vasicek permitir o aparecimento de taxas de juros de curto prazo negativas, enquanto o modelo CIR elimina essa possibilidade.

Dentre os modelos de dois fatores, dois modelos são destaques: (i) modelo de Brennan e Schwartz (1979), (ii) e o modelo de Longstaff e Schwartz (1992).

4.3 Modelos de Não Arbitragem

A falha mais freqüente apontada nos modelos de equilíbrio é o fato de não refletir a ETTJ corrente. Os modelos de não-arbitragem superam este problema, pois tomam a ETTJ presente como um insumo (dado). São conhecidos como modelos de não arbitragem a classe de modelos que se baseiam nas taxas a termo para precificação de ativos. Os mais conhecidos modelos de não arbitragem são: modelo de Ho e Lee (1986) e modelo de Hull e White (1990).

O Modelo de Ho-Lee (1986) foi o primeiro a utilizar a abordagem de processos de taxa de juros livres de arbitragem para sua construção. O modelo foi apresentado na forma de uma árvore binomial para preços de títulos de renda fixa de cupom zero e supõe que o mercado não tem custos de transação e se equilibra em pontos no tempo.

A vantagem do modelo de Ho e Lee é que além da sua simplicidade, ele também se encaixa perfeitamente na estrutura corrente das taxas de juro no tempo.

Sua desvantagem é a pouca flexibilidade oferecida ao usuário na escolha da estrutura da volatilidade, visto que todas as taxas a vista e a termo possuem o mesmo desvio padrão instantâneo, σ . Além disso, não identifica a tendência de retorno a média, já que não importando o quão altas ou baixas as taxas de juro se apresentarem, a direção média para a qual elas se moverão no próximo período de tempo será a mesma.

Atualmente, o modelo de Hull e White se mostra bastante popular. Publicado em 1990, este modelo explora as extensões do modelo de Vasicek, fornecendo uma adequação precisa à estrutura a termo inicial das taxas de juros.

4.4 Modelos de Estimação

Outra forma de se obter a curva de juros de uma economia é por meio de modelos estatísticos, ou de estimação, como também são conhecidos. Nestes modelos a ETTJ é construída via um procedimento de interpolação, e previsões são feitas usando modelos de séries temporais, sem a imposição direta de condições de não-arbitragem ou equilíbrio.

Embora não fundamentado economicamente, os modelos estatísticos são preferidos em problemas práticos, haja vista a sua menor complexidade de estimação. Dentre muitos modos de realizar essa estimação, pode-se destacar: *flat forward*, interpolação exponencial, Legendre, *Spline* Cúbica, Nelson-Siegel (1987).

Segundo Valle (2010), um ponto importante a ser ressaltado é que nenhum destes métodos possui fundamentação teórica. Os agentes apenas supõem que a “curva da ETTJ tenha determinada forma funcional e ajustam-se os parâmetros desta função de forma a obter o menor erro possível da diferença entre os pontos reais da ETTJ e os pontos da curva interpolada” (Valle 2010, p.7).

Dentre os modelos estatísticos, o modelo de Nelson e Siegel (1987) e suas variantes, são os mais populares entre gestores de renda fixa e bancos centrais. Nelson e Siegel propõem uma equação que descreve a ETTJ baseada em uma aproximação exponencial de três componentes: nível, inclinação e curvatura, o que o torna capaz de representar um grande número de vencimentos para as taxas de juros como uma função matemática. Como afirma Ribeiro (2010, p.19):

estas funções podem ser usadas para obter um modelo parcimonioso, representando os principais fatos estilizados, historicamente observados na Curva de Juros: monotonicidade, convexidade e formato em "Sino", persistência no nível das taxas, maiores volatilidades em maturidades de curto prazo e baixa persistência no *spreads*.

A curva de juros de acordo com o modelo proposto por Nelson e Siegel, pode ser representada pela função:

$$y_t(\tau) = \beta_{1t} + \beta_{2t} \left(\frac{1 - e^{-\lambda_t \tau}}{\lambda_t \tau} \right) + \beta_{3t} \left(\frac{1 - e^{-\lambda_t \tau}}{\lambda_t \tau} - e^{-\lambda_t \tau} \right)$$

Onde: y_t = taxa de juros

τ = maturidade

λ = taxa de decaimento

β_{1t} = nível da curva de juros

β_{2t} = inclinação da curva de juros

β_{3t} = curvatura da curva de juros

A forma desta curva é determinada pelos três parâmetros β_{1t} , β_{2t} , β_{3t} e pelos pesos atrelados a eles. O primeiro componente do lado direito da equação (β_{1t}) é o nível da curva de juros, é constante para todas as maturidades e representa um fator de longo prazo. Além disso não tende a zero no limite.

O segundo componente está associado ao fator (β_{2t}) e converge a um quando τ tende a zero e a zero quando τ converge a infinito. Usualmente aqui β_{2t} é interpretado como inclinação da curva de juros, ou fator de curto prazo, visto que influência as taxas de juros curto prazo de forma expressiva.

O terceiro fator (β_{3t}) é a curvatura da curva, pode ser interpretado como um termo de médio prazo, uma vez que o componente exponencial que o multiplica, $\left(\frac{1 - e^{-\lambda_t \tau}}{\lambda_t \tau} - e^{-\lambda_t \tau} \right)$, é uma função côncava, que assume valor zero para a maturidade zero, cresce, depois converge monotonicamente para zero nas maturidades mais longas. Assim, este fator é interpretado como curvatura, ou fator de médio prazo, pois está associado às taxas de juros de médio prazo.

Outro modelo amplamente conhecido e utilizado no meio acadêmico é o modelo de Campbell e Shiller (1987). Segundo Rocha (2009), o modelo de Campbell e Shiller pode ser apresentado por:

$$Y_t = \theta(1 - \delta) \sum_{i=0}^{\infty} \delta^i E_t y_{t+i} + c$$

sendo Y_t uma função linear do valor presente descontado dos valores futuros esperados de y_t . Já θ é o coeficiente de proporcionalidade e δ o fator de desconto. No caso da ETTJ, o $Y_t = R$, $y_t = r_t$ e $\theta = 1$. Já C pode ser representado como um prêmio de risco constante no tempo, que igualaria o valor presente da taxa de curto prazo com a de longo prazo.

4.4 Testes Empíricos da ETTJ Segundo a Teoria das Expectativas

É possível encontrar uma ampla gama de literaturas destinadas ao teste empírico da TE por meio da ETTJ. No âmbito internacional, podemos destacar o estudo de Mankiw e Miron (1986), por exemplo, que analisaram o comportamento das taxas de juros de 3 e 6 meses nos EUA entre 1890-1979 e mostraram que a TE encontra forte suporte empírico apenas até 1915, antes da fundação do *Federal Reserve* (Banco Central Americano). Os autores argumentam que a partir daí o spread entre as taxas de juros passou a ter um poder de previsão bem menos significativo, dado que, com a consolidação do *Federal Reserve*, a taxa de curto prazo seria melhor modelada como um passeio aleatório. Já Hardouvelis (1994), utilizando dados do pós-guerra até 1992 para as taxas de juros de 3 meses e 10 anos dos países do G7, encontra fortes evidências da TE para todos os países do grupo, com exceção dos EUA. Mais recentemente, Carriero, Favero e Kaminska (2006), utilizaram a estrutura a termo da taxa de juros americana para testar a TE por meio de uma extensão do modelo de Campbell e Shiller (1987), estimando os componentes da ETTJ por meio dos fatores do modelo de Nelson e Siegel (1987) juntamente com dois fatores macroeconômicos. Outro destaque na área é o estudo de Maldonado e Pinho (2005) que testaram a TE por meio dos títulos públicos da dívida portuguesa. Os autores chegaram a observar determinada “informação” sobre a direção dos movimentos futuros das taxas de juro *spot* tanto a curto como a longo prazo na ETTJ, porém, nos testes efetuados rejeitou-se a hipótese das expectativas racionais para o período analisado.

No Brasil, Triches e Caldart (2005) investigaram as teorias da estrutura a termo e a causalidade das taxas de juros da economia brasileira no período de setembro de 1999 a setembro de 2004 e concluíram que, de acordo com seus resultados econométricos, não foi

possível aceitar o pressuposto básico da teoria das expectativas puras da ETTJ, ou seja, de que a taxa de juros de longo prazo corresponde à média da taxa de juros de curto prazo corrente e das taxas de juros de curto prazo futuras. Segundo os autores, as taxas de curto prazo futuras esperadas parecem ter sido explicadas muito mais pelos fundamentos macroeconômicos e por choques externos do que pelo próprio movimento da taxa de juros nominal de curto prazo.

Já Prado (2004) fez uso de técnicas de estimação por filtro de Kalman, e com dados brasileiros, estimou quatro modelos teóricos da ETTJ, os quais também rejeitaram a teoria das expectativas em todas as análises.

Por outro lado, Brito, Duarte e Guillén (2003) estudaram a validade da TE para o Brasil, utilizando dados diários de julho de 1996 a dezembro de 2001 para prazos entre 1 dia e 1 ano. Testaram-na através de diferentes métodos, alguns rejeitaram a teoria, e outros, aceitaram-na.

Lima e Issler (2003) realizaram uma análise multivariada num arcabouço de séries temporais utilizando a técnica de Auto-Regressão Vetorial (VAR). Os resultados empíricos naquele determinado momento aceitaram parcialmente a hipótese das expectativas para a estrutura a termo das taxas de juros brasileira.

Sanches (2006) também fez uso do VAR e realizou diversas simulações com variáveis financeiras e macroeconômicas (taxas *swap* de curto e longo prazo, taxa de inflação e variação mensal da produção industrial) para testar a validação da TE aplicada à ETTJ do Brasil. Na ocasião, a autora concluiu que a TE não é rejeitada nos casos modelo de Campbell e Shiller original; extensão do modelo de Campbell e Shiller com inclusão de duas variáveis macroeconômicas (inflação e produção industrial); VAR com variáveis do modelo de Nelson e Siegel estimado com dois fatores e variáveis macroeconômicas. Por outro lado, a autora rejeitou a TE para os casos em que se aplicou o VAR com variáveis do modelo de Nelson e Siegel estimado com dois fatores, e para o VAR estimado com três fatores.

Marçal e Pereira (2007) realizaram diversos testes econométricos a fim de validar a hipótese das expectativas ao caso brasileiro. Regressões por MQO, causalidade de Granger e cointegração das taxas de juros são alguns dos testes realizados pelos autores. Os resultados aqui obtidos não rejeitam a hipótese das expectativas, porém sugerem haver outros fatores macroeconômicos que também influenciam na curva da taxas de juros brasileira

Como se percebe, muitos foram os trabalhos e testes realizados com o objetivo de validar ou não a TE, porém os resultados encontrados até o presente momento se mostraram bastante ambíguos. Este trabalho far-se-á uso de testes econométricos similares aos utilizados

no trabalho de Triches e Caldart (2004), porém com uma base de dados mais ampla, que inicia 20/08/1999 e vai até 04/04/2011, totalizando 2.897 pregões.

5. PROCEDIMENTO EMPÍRICO

5.1 Base de Dados

Os resultados descritos neste trabalho foram obtidos a partir de uma base de dados diárias do mercado futuro de contratos *swap* DI x PRÉ com taxa média de depósitos interfinanceiros (DI) de um dia negociados na Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&FBovespa), ou mais especificamente, DI futuro de 1 dia, com vencimentos de 30, 60, e 90 dias. O período de estudo engloba os pregões de 20/08/1999 a 04/04/2011, totalizando 2.897 dias de saques (dia útil para fins de operações praticadas no mercado financeiro, conforme estabelecido pelo Conselho Monetário Nacional). Para os objetivos deste estudo, as taxas anualizadas foram transformadas em taxas mensais.

“A Taxa DI é a taxa média de depósitos interfinanceiros de 1 dia calculada pela Central de Custódia e de Liquidação Financeira de Títulos (Cetip)” (Almeida, 2009, p. 6). No mercado futuro de DI de 1 dia da BM&FBovespa é negociada a taxa de juros efetiva anual com base 252 dias úteis, até o vencimento do contrato, definida pela acumulação das taxas diárias de DI no período compreendido entre a data de negociação e o último dia de negociação do contrato. Segundo Leite (2009), geralmente o mercado caracteriza cada contrato de DI futuro pela data de vencimento.

O contrato de *swap* consiste em um acordo entre duas partes para troca de risco de uma posição ativa (credora) ou passiva (devedora), em data futura, conforme critérios preestabelecidos. Neste contrato negocia-se a troca de rentabilidade entre dois bens (mercadorias ou ativos financeiros), a partir da aplicação da rentabilidade de ambos a um valor em reais. No caso do *swap* DI \times PRÉ trocam-se fluxos de caixa indexados à taxa DI por fluxos indexados a uma taxa prefixada.

5.2 Testes Empíricos

Considerando a validade da TE, um aumento do spread entre a taxa de longo prazo e a taxa de curto prazo refletiria a expectativa de futuros aumentos nas taxas de curto prazo,

provocando então uma correlação positiva entre as variações nas taxas de juros de curto prazo e o referido *spread*. Dessa forma, a variação esperado do *spread* das taxas de juros segundo a TE (S^{te}) é igual a variação esperada do *spread* das taxas de juros observadas no mercado financeiro real (S^{me}), ou seja:

$$E_t[S^{te} - S^{me}] = 0 \quad (3)$$

onde E_t é o operador de valor esperado.

No presente trabalho, utilizou-se a diferença das taxas DI de diferentes maturidades, denominadas *spreads*, para a elaboração de um modelo que teste a TE para a ETTJ brasileira. Por exemplo, se no tempo t a taxa DI para 30 dias (1 mês) era negociada a 0,075%a.d. e a taxa para 60 dias (2 meses) era negociada a 0,081% a.a., teremos que o *spread* de 30 e 60 dias, ou 1 e 2 meses, será igual a:

$$(S_{1,2}) = 0,081 - 0,075 = 0,006$$

A partir da equação (3) pode-se concluir que uma regressão de S^{te} em S^{me} , onde u_i é o termo estocástico, é uma maneira de testar-se a TE.

$$S^{te} = \alpha + \beta S^{me} + u_i \quad (4)$$

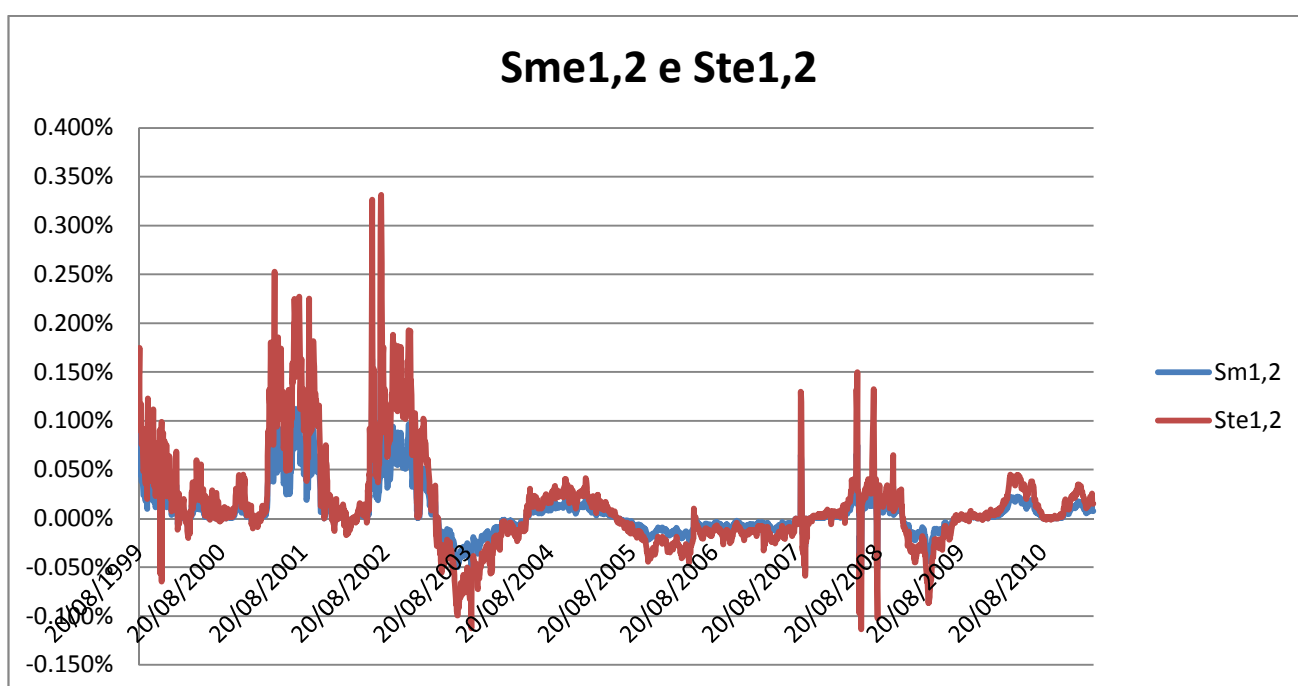
Caso a hipótese nula de validade da TE for verdadeira na regressão (4), espera-se que $H_0: \alpha = 0$ e $\beta = 1$.

5.3 Resultados

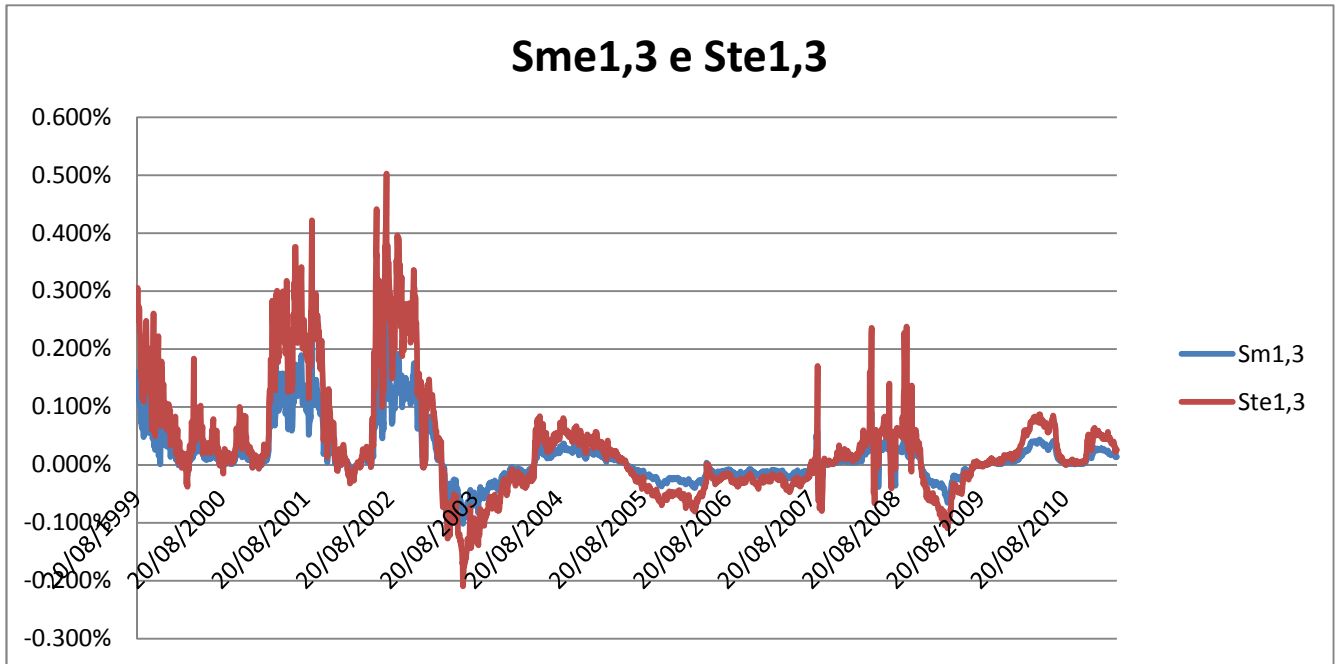
Nessa secção apresenta-se os resultados obtidos com base nos dados anteriormente descritos. Os gráficos 1, 2 e 3 apresentam o comportamento dos *spreads* entre as taxas de 1 e 2 meses, 1 e 3 meses e 1 e 4 meses ao longo de todo o período analisado. É passível de percepção que apesar de apresentarem um comportamento similar em todos os movimentos

ao longo da série, existe um aumento da divergência dos *spreads* a medida que a maturidade também se eleva. Assim, pode-se observar que no Gráfico 1 os *spreads* de mercado, ou a diferença entre as taxas de mercado com maturidade de 1 mês e de 2 meses ($Sme_{1,2}$), seguem de maneira praticamente idêntica os *spreads* da TE ($Ste_{1,2}$). Idêntica essa que é observada de forma menos intensa no Gráfico 2, onde já há maiores divergências entre os movimentos das taxas, e especialmente no Gráfico 3, no qual os *spreads* de mercado e da TE apresentam uma mesma tendência ao longo do tempo, porém com variações temporais bem distintas em relação aos outros dois gráficos anteriores.

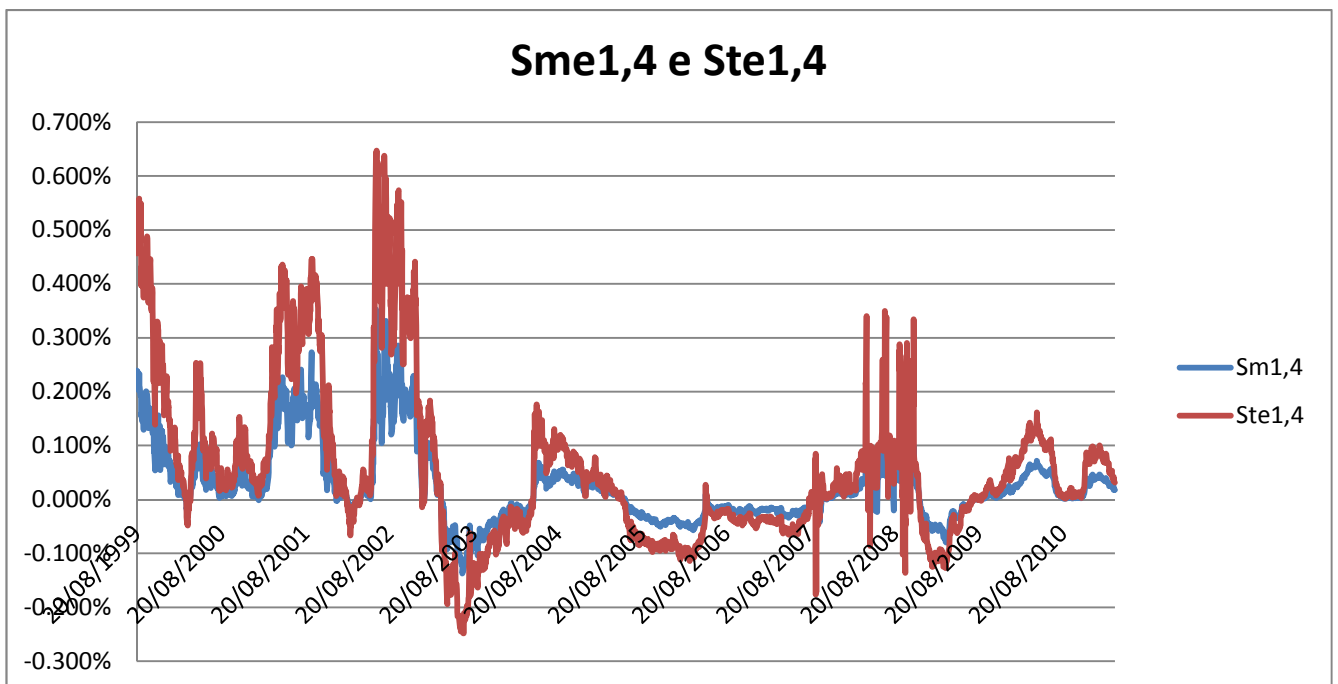
Gráfico 1 – *Spread* $ME_{1,2}$ e $TE_{1,2}$



Fonte: Elaboração do autor

Gráfico 2 – *Spread* $ME_{1,3}$ e $TE_{1,3}$ 

Fonte: Elaboração do autor

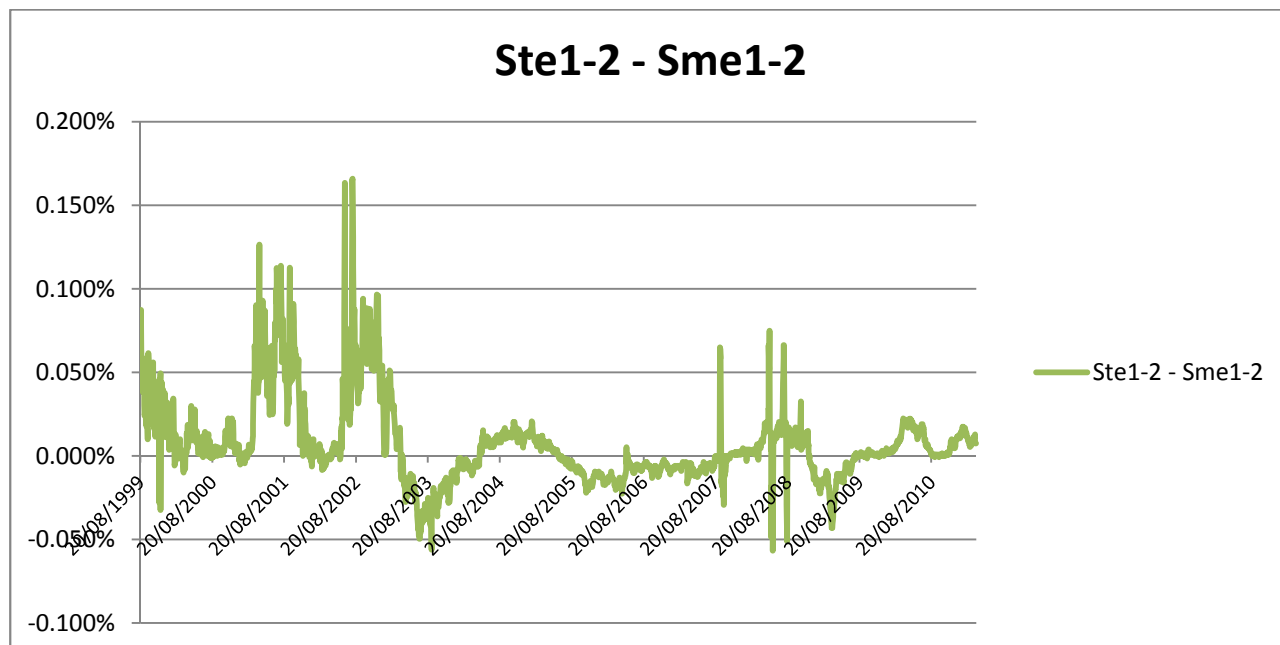
Gráfico 3 – *Spread* $ME_{1,4}$ e $TE_{1,4}$ 

Fonte: Elaboração do autor

Sendo a equação (3) o pressuposto inicial da Teoria das Expectativas, buscou-se uma melhor visualização do comportamento da diferença entre os *spreads* de mercado e da TE por meio da elaboração de gráficos específicos da diferença entre estas duas variáveis. Como

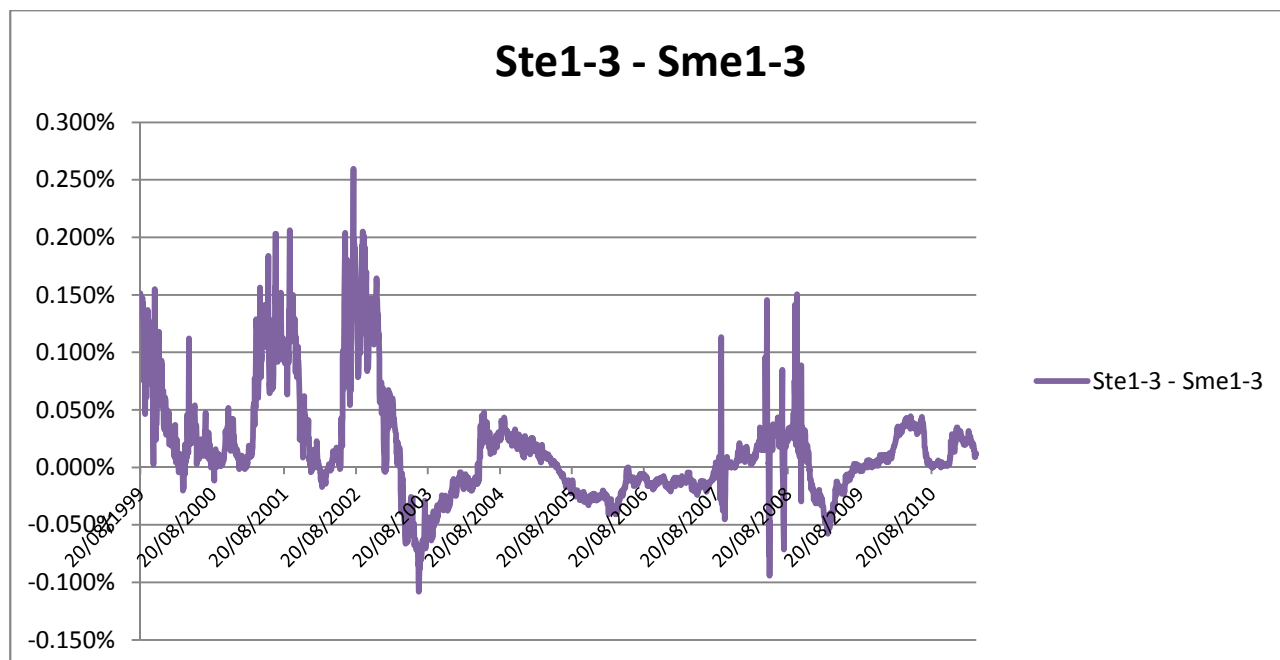
resultado, seguem os Gráficos 4, 5 e 6, com *spreads* das taxas de 1 e 2 meses, 1 e 3 meses, e de 1 e 4 meses respectivamente.

Gráfico 4 – Diferença entre o *Spread* $TE_{1,2}$ e de $ME_{1,2}$

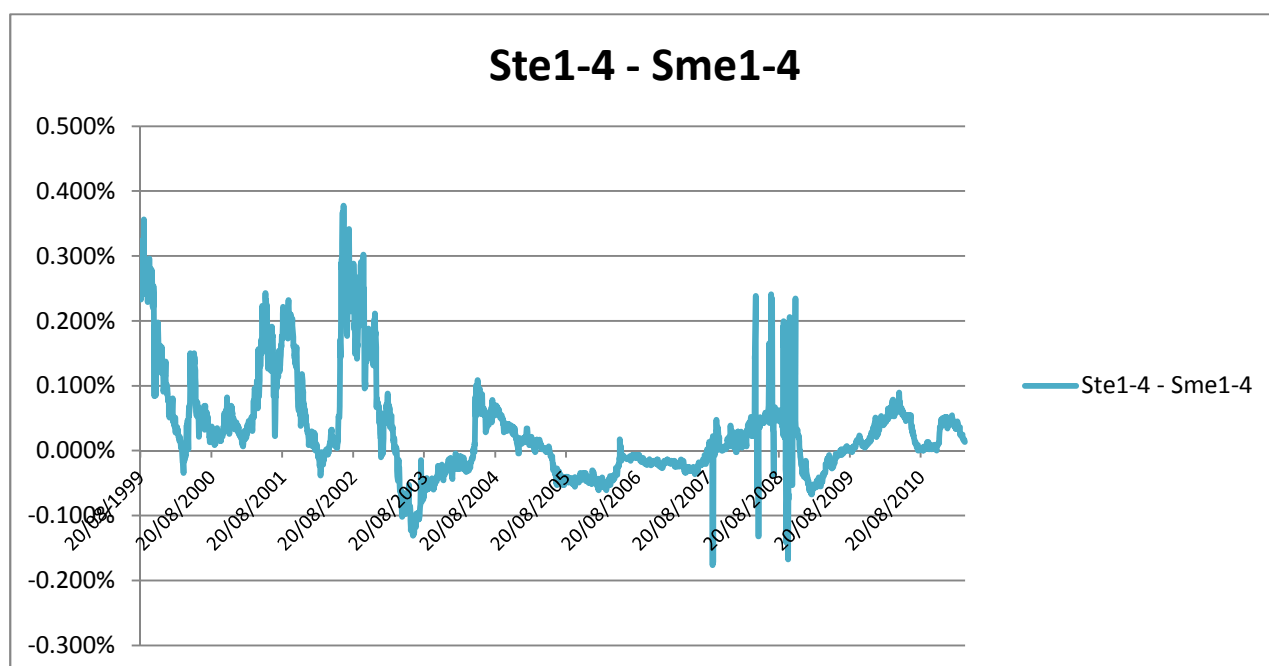


Fonte: Elaboração do autor

Gráfico 5 – Diferença entre o *Spread* $TE_{1,3}$ e de $ME_{1,3}$



Fonte: Elaboração do autor

Gráfico 6 – Diferença entre o *Spread* TE_{1,4} e de ME_{1,4}

Fonte: Elaboração do autor

Pode-se observar que a diferença dos *spreads*, como indicavam os gráficos 1, 2 e 3, realmente se eleva, chegando a quase -0,6% entre o final de 2002 e início de 2003 para os *spreads* de 1 e 4 meses. Outro ponto de destaque são as fortes oscilações na diferença entre os *spreads* observadas, em todos os 3 últimos gráficos, até a segunda metade de 2004, quando os dados passam a se comportar de maneira mais uniforme em torno do ponto 0 (zero). Essa uniformidade é abalada no fim de 2008 e volta a apresentar uma tendência de estabilidade a partir da segunda metade de 2009.

Diversos são os fatores que podem ser atrelados a este comportamento. No primeiro movimento, de alta variância, que se estende até meados de 2004, a constante necessidade de financiamento externo para cobrir os déficits do balanço de pagamentos direcionava a política monetária brasileira a serviço da captação de recursos no mercado internacional. Com os superávits nas transações correntes do Balanço de Pagamentos, obtidos a partir de 2003 e consolidados em 2004, a política monetária nacional passou a se apresentar mais independente do mercado internacional, voltando-se ao mercado interno, basicamente ao controle inflacionário, fato esse que explicaria o segundo movimento, de certa uniformidade e estabilidade dos *spreads*. O terceiro movimento, de retorno das variações nos *spreads* pode ser claramente atrelado a crise do *subprime* americano, que abalou quase todas as economias mundiais, não diferentemente a brasileira. Porém, com a satisfatória situação fiscal do país e a rápida recuperação econômica, os abalos da crise foram amenizados, e a estabilidade, até

certo ponto, retornou, fato esse que explicaria o quarto e último movimento da série de dados em análise.

Na tabela 3 a seguir, os resultados das estimativas da equação (4) são apresentados para os três diferentes prazos em análise. Realizaram-se regressões com o método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) que contêm como variável dependente o *spread* da TE (S^{te}) e como variáveis independentes o *spread* de mercado (S^{me}).

Tabela 3 - Regressão do *spread* da TE (S^{te}) sobre *spread* de mercado (S^{me}):

<i>spread</i>	α	<i>erro padrão</i>	$t(\alpha = 0)$	B	<i>erro padrão</i>	$t(\beta = 1)$
$S1,2$	2,57E-08	2,25E-09	11,43	2,00054	8,79E-06	1,14E+05
$S1,3$	1,20E-05	2,17E-06	5,525	1,97549	0,0044294	2,20E+02
$S1,4$	4,13E-05	5,27E-06	7,83	2,04134	0,00706672	1,47E+02

Fonte: Elaboração do autor

Os resultados observados não são favoráveis a Teoria das Expectativas. As estimativas do parâmetro α para todos os prazos em análise são estatisticamente diferentes de zero, com um erro padrão muito pequeno. O mesmo ocorre com o parâmetro β estimado. Para todas as maturidades, β se apresenta muito próximo de 2, ou seja, diferente de 1, como postula a TE. Além disso, esse parâmetro ainda apresenta erros padrões muito pequenos, o que abriria pouca margem a erros.

Algumas hipóteses podem ser levantadas para a explicação dos resultados adversos encontrados. No que tange a estrutura da TE podemos analisar algumas premissas desta teoria que não são verificadas nos mercados em geral, como por exemplo, a indiferença dos agentes em relação ao risco. Segundo a TE os agentes são indiferentes quanto ao risco, premissa esta que faz com que a equalização dos rendimentos dos títulos de longo prazo e de curto prazo seja observada. Caso esta hipótese não seja verdadeira, os agentes optarão por títulos de menor risco (prazo), diminuindo assim a demanda pelos títulos de maior maturidade (risco) e fazendo com que a equalização entre eles não seja observada. Fraletti (2004) e Junior (2005), por exemplo, apontam como uma das principais causas da fragilidade da teoria das expectativas justamente a hipótese implícita de que os investidores são neutros ao risco, o que na prática não ocorre.

Outra premissa questionável adotada pela TE é com relação aos custos de transação. Para que esta hipótese seja válida, é necessário que os custos de transação sejam nulos e que

não exista incerteza quanto aos fluxos futuros de caixa, isto é, as expectativas em relação às taxas futuras devem estar corretas.

Por outro lado pode-se supor que a rejeição da TE está atrelada a outros fatores que não as suas suposições estruturais. Como observado nos gráficos anteriores, em todos os momentos em que há uma conturbação no cenário macroeconômico mundial os *spreads*, tanto da TE quanto do mercado, se mostram altamente voláteis, com uma amplitude da diferença entre eles muito elevada, o que rejeitaria as hipóteses postuladas pela TE. Porém, nos momentos em que essas conturbações são amenizadas, e períodos de prosperidade são desfrutados na economia brasileira, os dados apresentam variações abrandadas, com o resultado das suas diferenças girando em torno de zero, como postula a TE.

Sendo assim, pode-se supor que a falha poderia estar ligada a existência de algum tipo de ineficiência informacional no mercado brasileiro, a qual faria com que as taxas de juros (conseqüentemente os *spreads*) não incorporassem toda a informação disponível na economia. Há ainda a hipótese de falhas no processo de formação das expectativas, onde as expectativas dos agentes não estariam sendo formadas de modo racional. O fato é que o comportamento das taxas de juros futuras se mostra estar atrelado não só a teoria, mas também, às expectativas do mercado sobre a saúde econômica e os fundamentos macroeconômicos futuros da economia.

Outra situação proposta pelos gráficos apresentados é o aumento dos *spreads*, entre as taxas de juros de mercado e as taxas segundo a TE, à medida que a maturação dos títulos se prolonga. Uma das explicações para esse fato é o aumento do risco estar intimamente ligado a expansão do prazo. Triches e Caldart (2005) defendem que a incerteza sobre o retorno aumenta sistematicamente com a maturidade dos ativos financeiros. Assim, os títulos de longa maturação seriam demandados somente se a taxa de longo prazo fosse maior do que a média das taxas de juros futuras acrescidas por um prêmio de risco.

5.4 Análise de Robustez dos Dados

Como observado anteriormente, uma das possíveis causas dos resultados adversos à TE, encontrados nos testes da tabela 3, é justamente a alta volatilidade dos *spreads* nos momentos de incerteza nos mercados globais.

A fim de corrigir possíveis distorções causadas por essa alta volatilidade dos dados ao longo do período de maior instabilidade econômica, realizou-se uma nova regressão para os dados pós 2003, ano em que a situação econômica brasileira passa a se mostrar mais estável. Os resultados são apresentados na tabela 4.

Tabela 4 – Nova regressão do spread da TE (S^{te}) sobre spread de mercado (S^{me}):

<i>spread</i>	α	<i>erro padrão</i>	$t(\alpha = 0)$	B	<i>erro padrão</i>	$t(\beta = 1)$
$S1,2$	1,48E-08	8,98E-10	16,52	2,00006	7,31E-06	1,37E+05
$S1,3$	7,20E-06	2,43E-06	2,963	1,9768	0,0110521	8,84E+01
$S1,4$	2,00E-05	5,02E-06	3,981	2,10337	0,0151344	7,29E+01

Fonte: *Elaboração do autor*

Os resultados, novamente, não são os esperados pela TE. Ambos os parâmetros testados (α e β) não apresentaram alterações significativas em seus valores, permanecendo diferentes de 0 e em torno de 2, respectivamente. Com isso, pode-se concluir que as possíveis interferências externas negativas, que aparentemente surgiram com maior intensidade nos períodos de menor estabilidade econômica, não são suficientes para explicar a rejeição da TE para os dados brasileiros.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho testou-se uma das teorias mais aceitas na literatura econômica, a Teoria das Expectativas. Postulada a mais de um século, talvez por conta da sua simplicidade e praticidade, esta teoria foi, e ainda é amplamente utilizada nas análises e previsões das taxas de juros futuros de qualquer economia.

Para tanto, buscou-se primeiramente o entendimento aprimorado e completo da Estrutura à Termo das Taxas de Juros (ETTJ) de uma economia: as principais teorias que se propõem a explicá-la, suas diferentes formas de estimação e projeção, bem como sua relevância nas análises econômicas. Em seguida, procurou-se identificar a melhor forma de testar a TE aplicada a ETTJ brasileira.

Os métodos utilizados neste trabalho para se testar a TE foram testes estatísticos já postulados na literatura econômica e utilizados por outros autores como Brito, Duarte e Guillén (2003) e Marçal e Pereira (2007). O diferencial deste estudo, entre outros fatores, é justamente a base de dados mais extensa, aproximadamente 140 meses, e atualizada, com os últimos dados referentes a abril deste mesmo ano.

Todas as estimativas estatísticas obtidas vão de encontro às postulações da Teoria das Expectativas. Todos os parâmetros estimados (α e β) da equação (4) são contrários aqueles propostos pela teoria, $\alpha = 0$ e $\beta = 1$, para todas as maturidades de análise. Além disso, os erros padrões destes mesmos parâmetros apresentaram-se muito pequenos, o que minimiza possíveis contestações dos resultados encontrados.

Com o objetivo de minimizar possíveis interferências nos resultados obtidos, causadas por determinados períodos de incerteza dos mercados globais, realizou-se novos testes estatísticos com uma base de dados mais restrita, de 2003 em diante. Porém, os resultados obtidos, novamente foram de encontro com as postulações da TE.

Por outro lado, algumas hipóteses alternativas foram levantadas a fim de explicar este baixo desempenho da Teoria das Expectativas nos testes realizados. Falhas no processo de formação das expectativas dos agentes (como irracionalidade) e/ou algum grau de ineficiência informacional dos mercados brasileiros são exemplos, alternativas também compartilhadas por Marçal e Pereira (2007).

O desenvolvimento de modelos de testes que captem as interferências de outras variáveis macroeconômicas na formação das taxas de juros seria uma sugestão para futuros trabalhos na área.

REFERÊNCIAS

ASSAF NETO, Alexandre. **Mercado Financeiro**. 9 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ALMEIDA, Caio & etc. **Movimentos da Estrutura a Termo e Critérios de Minimização de Erro de Previsão em um Modelo Paramétrico Exponencial**. Banco Central do Brasil Trabalhos para Discussão, Brasília, n. 146, p. 1-32, out 2007.

BARCINSKI, A. **Risco da taxa de juros e a dívida pública federal no Brasil pós-real**, Rio de Janeiro, 1998. Dissertação de Mestrado – Departamento de Economia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

BENJAMIN, Cesar. **Matemática financeira, 90 questões resolvidas e mais de 800 propostas**. 7 ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BRENNAN, M.J. and SCHWARTZ, E. S. “**A Continuous Time Approach to Pricing Bonds**”. *Journal of Banking and Finance* 3, p.133-155, July 1979.

BRITO, Ricardo D.; DUARTE, Ângelo J. M.; GUILLÉN, Osmani T.C. **O prêmio pela maturidade na estrutura a termo das taxas de juros brasileiras**. Banco Central do Brasil Working Paper Series, Brasília, n. 72, p. 1-38, Mai. 2003.

CABRAL, Rodrigo S. V. **Benchmark para a dívida pública: duas abordagens alternativas**. Tese de Doutorado em Economia, Universidade de Brasília (2004).

CAMPBELL, John Y.; SHILLER, Robert J. **Cointegration and tests of the Present Value models**. *The Journal of Political Economy*, Chicago, v. 95, n. 5, p. 1062-1088, Out. 1987.

CARRIERO, Andrea; FAVERO, Carlo A.; KAMINSKA, Iryna. **Financial factors, macroeconomic information and the Expectations Theory of the term structure of interest rates**. *Journal of Econometrics*, vol. 127 (1-2), p. 339-358, Mar./Abr. 2006.

CARVALHO, Fernando J. Cardim de. **Fundamentos da Escola Pós-Keynesiana: A Teoria De Uma Economia Monetária**. Ensaios sobre Economia Política Moderna: Teoria e Historia do Pensamento Econômico. Amadeo,E(Org). São Paulo, Marco Zero, 1989.

COX, J. C., INGERSOLL, J. E. and ROSS, S.A. **A Theory of the Term Structure of Interest Rates**, *Econometrica* 53, p.385-407, 1985.

FRALETTI, Paulo Beltrão. **Ensaio sobre taxa de juros em reais e sua aplicação na análise financeira**. 2004. 160f.. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

FILHO, P. R. de Almeida. **Análise Comparativa dos Rendimentos de Títulos de Renda Fixa para Negociação e Mantidos até o Vencimento no Mercado**. Orientador: Prof. Dr. Claudio Henrique da Silveira Barbedo, Rio de Janeiro 2010. Dissertação de Mestrado – IBMEC.

FISHER, Irving. **Appreciation and Interest**. American Economic Association, Vol. IX, n 4, August 1896.

HARDOUVELIS, G. (1994). **The term structure spread and future changes in long and short rates in the G7 countries**. *Journal of Monetary Economics*, 33:255–283.

Ho, T.S.Y. and LEE, S.B. **“Term Structure Movements and Pricing Interest Rate Contingent Claims”**, *Journal of Finance* 41, p.1011-1029, December 1986.

HULL, J. **Opções, Futuros e Outros Derivativos**, 3ª edição, Prentice Hall, 1997, tradução BM&F – Bolsa de Mercadorias & Futuros, 1998.

HULL, J. and WHITE, A. **“One-factor Interest Rate Models and the Valuation of Interest Rate Derivative Securities”**. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 28, p. 235-254, June 1990.

JUNIOR, José Lemos de Carvalho. **A estrutura temporal das taxas de juros no Brasil**. Orientador: Prof. Newton C. A. da Costa Júnior. Florianópolis UFSC. 2005, 52p. Monografia (Título de Economista).

KEYNES, John M. **A Teoria Geral do Emprego, do Juro e da Moeda**. São Paulo: Ed. Atlas, 1982.

LAKATOS, Eva Maria, MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do trabalho científico**. 4 ed. São Paulo : Atlas, 1997. 216 p

LEITE, André Luis & etc. **Previsão da Curva de Juros: um modelo estatístico com variáveis macroeconômicas**. Banco Central do Brasil Trabalhos para Discussão, Brasília, n. 186, p. 1-28, maio 2009.

LIMA, Alexandre M.C.; ISSLER, João V. **A Hipótese das Expectativas na estrutura a termo de juros no Brasil: Uma aplicação de modelos de Valor Presente**. Revista Brasileira de Economia, Rio de Janeiro, v. 57, n. 4, p. 873-898, Out./Dez. 2003.

LION, Octavio Manuel Bessada. **Um estudo sobre a modelagem da estrutura a termo das taxas de juros e a precificação de opções sobre títulos de renda fixa**. Orientador: Carlos Alberto Nunes Cosenza, Antônio de Araújo Freitas. Rio de Janeiro UFRJ. 2002, 117p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção).

LONGSTAFF, F.A. and SCHWARTZ, J. “**Interest Rate Volatility and the Term Structure: A two Factor General Equilibrium Model**”. *Journal of Finance* 47-4, p.1259-1282, September 1992.

MALDONADO, I. A. Neves, PINHO, J. C. da Costa. **Hipótese das expectativas e alteração na estrutura temporal das taxas de juro**. Revista de Estudos Politécnicos, 2005, vol II, n.4, p. 59-85.

MANKIW, N. G. & MIRON, J. (1986). **The changing behaviour of the term structure of interest rates**. Quarterly Journal of Economics, 101:211–228.

MARÇAL, Emerson Fernandes, PEREIRA, Pedro L. Valls. A estrutura a termo das taxas de juros no Brasil: testando a hipótese de expectativas racionais. **Pesquisa e Planejamento Econômico (PPE)**. Brasília, v.37, n.1, p. 113-148, abr 2007.

MODIGLIANI, F. y R. SUTCH (1966): “**Innovations in interest rate policy**”, American Economic Review, 2, pp. 178- 207.

NELSON, C., e A. SIEGEL. **Parcimonius Modeling of Yield Curves**. Journal of Business, n. 60 (1987): 473-489.

PRADO, M. E. M. de Andrade. **Uma análise empírica para a estrutura a termo da taxa de juros brasileira: usando o algoritmo do filtro de Kalman para estimar os modelos de Vasicek e Cox, Ingersoll e Ross**. Orientador: Franklin de Oliveira Gonçalves, Rio de Janeiro 2004. Dissertação de Mestrado – Departamento de Economia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

RENDLEMAN, R. and BARTTER, B. “**The Pricing of Options on Debt Securities**”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 15, PP. 11-24, March 1980.

RIBEIRO, P. Fernandes. **Estrutura a Termo da Taxa de Juros no Brasil e Previsibilidade de Ciclos Econômicos**. Orientador: Prof. Dr. Pedro Luiz Valls Pereira. Dissertação (mestrado) - Escola de Economia de São Paulo - Fundação Getulio Vargas. São Paulo, 2010.

ROCHA, A. Craveiro da. **Aplicação da teoria da estrutura das taxas de juro em Portugal..** Orientador: Doutor Joaquim Carlos da Costa Pinho. Aveiro, 2009. Dissertação de Mestrado – Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, Universidade de Aveiro.

ROSSI, Jose W. **A Estrutura a Termo da Taxa de Juros: Uma Síntese**. Rio de Janeiro: IPEA, 1996.

SANCHES, Juliana Bezerra. **Teoria das expectativas aplicada a estrutura a termo da taxa de juros do Brasil**. Orientador: Prof.^a Dr.^a Ana Beatriz Galvão Ferreira. São Paulo IBEMEC. 2006, 38p. Dissertação (Mestrado em Economia).

SIMS, C. A. **Monetary, income, and causality**. The American Economic Review, v. 62, p. 540-552, Sep. 1972.

TRICHES, Divanildo, CALDART, Wilson Luis. **As teorias da estrutura a termo das taxas de juros da economia brasileira: uma análise da causalidade de setembro 1999 a setembro 2004**. In: VIII Encontro de Economia da Região Sul - ANPEC SUL 2005.

VALLE, Rafael Paiva Poppe do. **Modelagem da Estrutura a Termo de Taxa de Juros real Brasileira a Partir do Modelo de Vasicek**. Orientador: Prof. Dr. Jose Valentim Machado Vicente. Rio de Janeiro IBEMEC. 2010, 42p. Dissertação (Mestrado em Economia).

VARGA, Gyorgy. **Teste de modelos estatísticos para a estrutura a termo no Brasil**. Rev. Bras. Econ. [online]. 2009, vol.63, n.4, pp. 361-394 Rev. Bras. Econ. vol.63 n. 4 Rio de Janeiro Oct./Dec. 2009.

VASICEK, O. A. **“Na Equilibrium Characterization of the Term Structure”**, *Journal of Financial Economics* 5, p. 177-188, 1977.